EKO

# 取扱説明書

## Instruction Manual

# 精密赤外放射計

# MS-202/MS-202F

サーミスタ/Pt-100 温度素子

バージョン番号：4

ISO9001 CERTIFIED ISO14001 CERTIFIED

英弘精機株式会社

# 1. もくじ


1. もくじ ..... 1
2. お使いいただく前に ..... 2
2-1. 連絡先 ..... 2
2-2. 保証と責任について ..... 2
2-3. 取扱説明書について ..... 2
2-4. 環境情報について ..... 3
3. 安全にお使いいただくために ..... 4
3-1. 警告・注意 ..... 4
3-2. 高電圧注意 ..... 4
4. 製品概要 ..... 5
4-1. 製品の主な機能 ..... 5
4-2. 梱包内容 ..... 5
5. 製品取扱方法 ..... 6
5-1. 各部の名称 ..... 6
5-2. 設置 ..... 7
5-3. 結線方法 ..... 8
6. 測定方法 ..... 11
6-1. サーミスタ仕様：測定、放射量の求め方 ..... 11
6-2. Pt100 仕様：測定、放射量の求め方 ..... 12
6-3. ドーム温度補正について(オプション機能) ..... 12
7. メンテナンス&トラブルシューティング ..... 15
7-1. 再校正について ..... 15
7-2. メンテナンス ..... 15
7-3. 演算回路について(サーミスタ仕様のみ) ..... 16
7-4. トラブルシューティング ..... 18
8. 仕様 ..... 19
8-1. 本体仕様 ..... 19
8-2. 寸法図 ..... 20
8-3. オプション品リスト ..... 20
APPENDIX ..... 21
A-1. 温度・放射量変換表 ..... 21
A-2. ドームの透過率と放射量の関係 ..... 26

# 2. お使いいただく前に

この度は英弘精機製品をご利用いただきましてありがとうございます。

ご使用の前に必ずこの取扱説明書をよくお読みになり、正しくお使いください。また、本書は必ず保管して必要なときにお読みください。不明な点やご質問などがありましたら、下記までご連絡ください。

## 2-1. 連絡先

| 英弘精機株式会社 | | | www.eko.co.jp |
|---|---|---|---|
| 本社 | 〒151-0072 | 東京都渋谷区幡ヶ谷 1-21-8 | Tel: (03)3469-6714<br>Fax: (03)3469-6719 |
| カスタマー<br>サポートセンター | | | Tel: (03)3469-5908<br>Fax: (03)3469-5897 |
| 関西営業所 | 〒532-0012 | 大阪市淀川区木川東 3-1-31 | Tel: (06)6307-3830<br>Fax: (06) 6307-3860 |

## 2-2. 保証と責任について

本製品の無償保証期間および保証規定につきましては、本製品に添付されている「保証書」を参照、または直接、当社までお問い合わせください。

英弘精機は出荷前にひとつひとつ製品が製品仕様を満足するように厳重に調整・試験・検査しております。しかしながら、もし保証期間内に動作不良や故障等が確認された場合は、無償修理または交換の対応をさせて頂きます。

但し、以下の場合は保証の対象とはなりませんのでご注意ください。

・英弘精機のサービスマン以外による修理もしくは改造を行った場合。

・取扱説明書に記載されている取扱方法に反する事に起因する故障または動作不良。

## 2-3. 取扱説明書について

© 2014 英弘精機株式会社

この取扱説明書を、英弘精機の許可なしに無断複写または転載することを禁じます。

発行日 : 2014/03/18

バージョン番号 : 4

# 2-4. 環境情報について

## 1. WEEE 指令(Waste Electrical and Electronic Equipment)

本製品は、WEEE 指令 2002/96/EC の対象にはなっておりませんが、一般家庭のゴミとしての廃棄は避けてください。
適切に処理、回収、及びリサイクルするには、専門の集積場所もしくは施設へお問い合わせください。
本製品を適切に廃棄する事により、貴重な資源の節約や、人間や環境に及ぼす悪影響を防ぐ事につながります。

## 2. RoHS 指令(Restriction of Hazardous Substances)

英弘精機では、RoHS 指令 2002/95/EC で規定される有害物質の最大量に準拠していることを保証するため、取扱製品においては、総合的評価を行っています。よって全ての製品は、RoHS 指令 2002/95/EC に規定される有害物質量未満、又は、RoHS 指令 2002/95/EC の付属文書により許容されているレベル未満の原材料を使用しています。

# 3.　安全にお使いいただくために

当社製品は、安全を十分に考慮して設計・製造されておりますが、お客様の使用状況により思わぬ重大な事故を招く可能性があります。本書をよくお読みになり、使用方法を必ず守りながら正しくお使いください。

**警告・注意**

この表示を無視して誤った取り扱いをすると、感電等のけがによる重傷または死亡を負う可能性があることを示しています。

## 3-1.　警 告・注 意

### 1. 設置について

- 本製品を取付ける台や支柱は十分な荷重に耐えうるものであるか確認してから、付属のボルトおよびナットで固定してください。設置場所の強度が十分でないと、強風や地震などによる転落・転倒にともなう故障や思わぬ事故を引き起こす恐れがあります。
- 本製品およびケーブルは、水没しない場所に設置してください。

### 2. シリコン製部品について

- シリコンドームの部分に衝撃を与えないように注意してください。衝撃による本製品の破損および破損破片の飛散による事故の原因となる可能性があります。

### 3. 送風ファンによる巻き込まれについて

- 送風ファンの回転中に指などを入れないでください。巻き込まれや事故を引き起こす恐れがあります。

## 3-2.　高 電 圧 注 意

### 電源について(ファン付赤外放射計)

- 電源ケーブルのアース線は必ず接地させてください。接地が不備の場合、ノイズによる測定誤差を生じる原因となる他、感電や漏電事故の原因となる可能性があります。
- 規定の供給電源の電圧や種類(AC または DC)に間違いが無いか確認してから、本製品への接続をおこなってください。間違った電源の接続は本製品の故障や事故を引き起こす恐れがあります。

# 4. 製品概要

気象学上では、約3μmの波長を境にして波長の短い領域を短波長放射(または日射)、長い領域を長波長放射と呼んでいます。本器(精密赤外放射計)は、特に波長が3μm以上の長波長放射のみを測定することを目的として開発された放射計です。
特殊コーティングされたシリコンドームによって日射を遮断し、日中でも長波長放射のみが測定できます。
出力は、次の 3 通りです。

(1) サーモパイル(電圧)×1 点
(2) サーモパイル(電圧)×1 点 & 白金側温抵抗体(4 線式 Pt-100Ω)×1 点
(3) サーモパイル(電圧)×1 点 & 白金側温抵抗体(4 線式 Pt-100Ω)×2 点

標準のサーミスタ仕様の MS-202 では、サーミスタを取り込んだ演算回路によって受感部から放出される放射量を自動的に出力できることに加え、計算での放射量を測定することが可能です。

## 4-1. 製品の主な機能

### 1.
波長 3μm 以下を遮断し、長波長放射の測定が可能です。

### 2.
耐候性にすぐれ、屋外での連続観測が可能です。

### 3.
サーミスタ仕様は演算回路内蔵により、入射放射量に比例した電圧が直接出力されます。

## 4-2. 梱包内容

はじめに、梱包内容をご確認ください。不足、または破損しているものなどがあった場合は、直ちに当社までご連絡ください。

表 4-1. 梱包内容

| 標準付属品 | 個数 | 詳細 |
|---|---|---|
| MS-202/MS-202F | 1台 | サーミスタ、またはPt100仕様 |
| 取り付けボルト | 1式 | MS-202:M6×75ボルト、ワッシャー、ナット(2本1組)<br>MS-202F:M6×100ボルト、ワッシャー、ナット(2本1組) |
| 出力ケーブル | 1本 | 標準ケーブル長:10m |
| 電源ケーブル(ファン付きのみ) | 1本 | 標準ケーブル長:10m |
| 検査証 | 1部 | |
| 保証書 | 1部 | |
| 取扱説明書 | 1部 | |

# 5. 製品取扱方法

## 5-1. 各部の名称

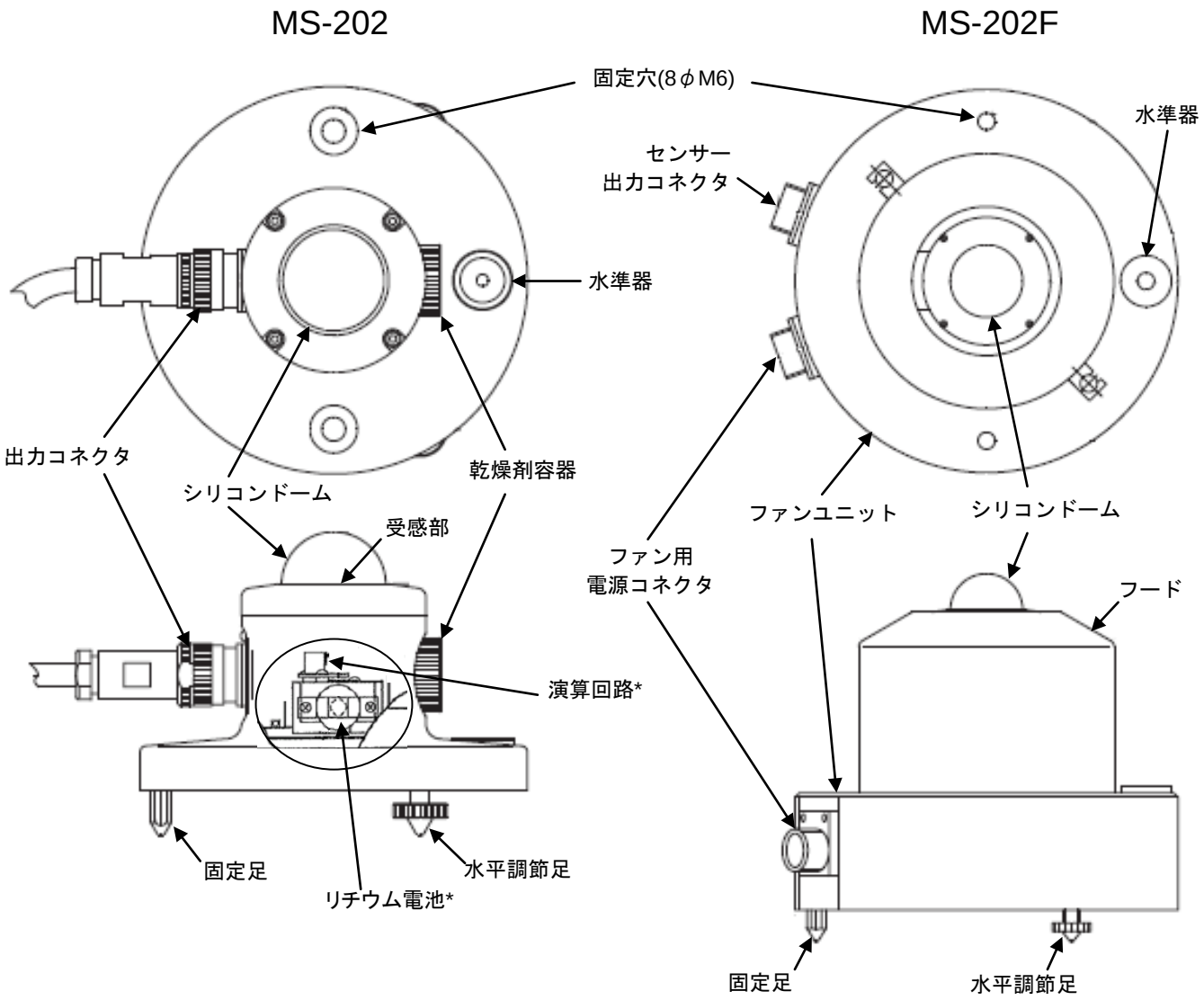


図 5-1. MS-202/202F 各部の名称

*サーミスタ仕様のみ。本体内部に組み込まれています。

# 5-2. 設置

赤外放射計を設置する場合、精度の高い測定を行うために設置場所や設置方法についていくつかの注意を要する点があります。

設置場所は、赤外放射計の受感部の上端(黒塗装部分)より上部の全周にわたり日射を遮る物体(建物、木、山、その他)のないことが最適ですが、そのような理想的な場所はなかなか見つかりません。
現実には太陽の高度角が 5°以上で遮る物体のない場所に設置されることが望まれます。
また、設置場所は日常の保守(シリコンドームのクリーニング、乾燥剤の点検など)が容易である場所、鉄塔やポールなどで影の影響を受けない場所、壁や看板など発熱源が近くにない場所であるかどうかを確認してから設置してください。
強い衝撃は故障や感度定数の変化の原因となります。設置する際は、赤外放射計をぶつけたり落としたりしないでください。

1) 赤外放射計の設置台に必要な固定穴が空いているか確認してください。
   固定穴の幅[mm]は下記を参考にしてください。

表 5-1.固定穴幅及び取付けボルトサイズ

| | MS-202 | MS-202F |
|---|---|---|
| 固定用穴幅 | 100 mm | 150mm |
| 取付ボルト | M6 x 75mm | M6 x 100mm |

2) 赤外放射計の出力コネクタが極側に向くように設置してください。
   北半球ではコネクタが北側に、南半球ではコネクタが南側に向く方向に設置してください。
   コネクタが太陽方向に向いていると、コネクタ部の温度が上昇し、それによって生じる熱起電力が発生するため、それによる出力誤差を避ける為です。

3) 赤外放射計の水準器の円の中心に気泡がくるように、2 本の水平調整ネジで水平を調節してください。

4) 水平位置がずれていると入射角誤差や方位角誤差により測定結果に誤差を生じる原因となります。赤外放射計の水平状態は時々確認し、必要に応じて調整してください。

5) 付属の 2 本の取付けボルトで赤外放射計を設置台に固定してください。

# 5-3. 結線方法

1) 長期間ご使用いただくために赤外放射計のケーブルは、直射日光や風雨に直接曝されない場所(溝内やパイプ内など)に敷設してください。
出力ケーブルの振動はノイズ発生の原因となりますので、屋外の露出した場所へ出力ケーブルを通線する場合は、風によるバタつきで出力ケーブルが振動しない様に固定具を用いて固定してください。
出力ケーブル長はできる限り短くすることをお勧めします。また、出力ケーブルの引き廻しによってはノイズが生じる可能性がございますので、AC 電源、高圧線および携帯電話基地局等の電磁誘導ノイズ源から離して配線を行ってください。

2) 赤外放射計と出力ケーブルを接続してください。
コネクタの挿入向きを確認してから接続してください。もし入りにくい場合は、コネクタ破損の原因となりますので無理に挿入せず、もう一度確認の上接続してください。

3) 赤外放射計の出力ケーブル末端とテスターまたはデータロガーを接続してください。

4) 出力電圧を確認してください。
もしも、出力電圧にノイズが大きく見られる場合には、シールド線を ( - )マイナス入力端子と共に接続してください。
*ノイズ要因が無くなるわけではありませんので、必ずノイズ源を避けて配線を行ってください。

5) ファン付赤外放射計をご使用の場合は、電源ケーブルを接続してください。
電源を投入後、赤外放射計の上部に手を当て、送風されていることを確認してください。
電源ケーブルのアース端子(緑色)を必ず接地接続してください。

# 1. サーミスタ仕様 MS-202 コネクタ接続

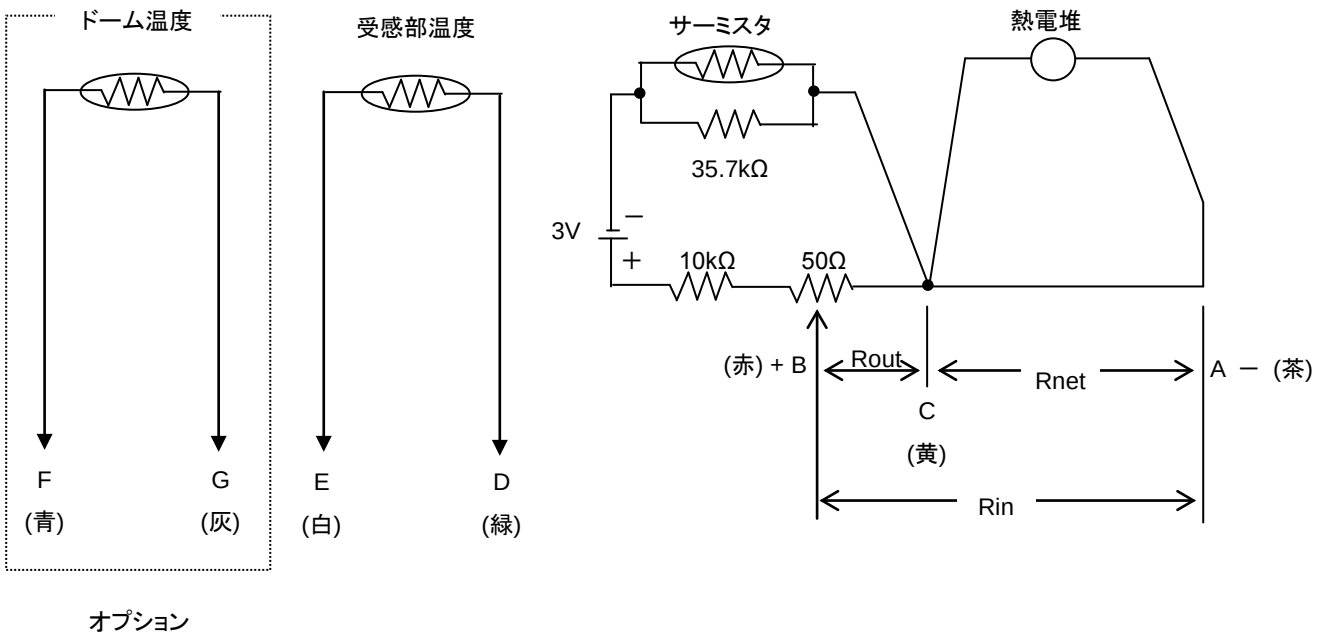


図 5-2. サーミスタ仕様：接続方法

表 5-2. コネクタの接続—サーミスタ仕様ドーム温度無し/ドーム温度付き

| 本体(レセプタクル) | | MS-202 サーミスタ仕様ドーム温度無し | | | MS-202 サーミスタ仕様ドーム温度付き (オプション) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 出力ケーブル色 | マーク | 圧着端子色 | 出力ケーブル色 | マーク | 圧着端子色 |
| Common | A | 茶 | - | 青 | 茶 | - | 青 |
| 出力(補償回路含む) | B | 赤 | + | 赤 | 赤 | + | 赤 |
| 出力(サーモパイルのみ) | C | 黄 | + | 赤 | 黄 | | 赤 |
| ボディ温度 | D | 緑 | | 青 | 緑 | | 青 |
| ボディ温度 | E | 白 | | 青 | 白 | | 青 |
| ドーム温度 (オプション) | F | | | | 青 | | 青 |
| ドーム温度 (オプション) | G | | | | 灰 | | 青 |

# 2. Pt100 仕様 MS-202 コネクタ接続

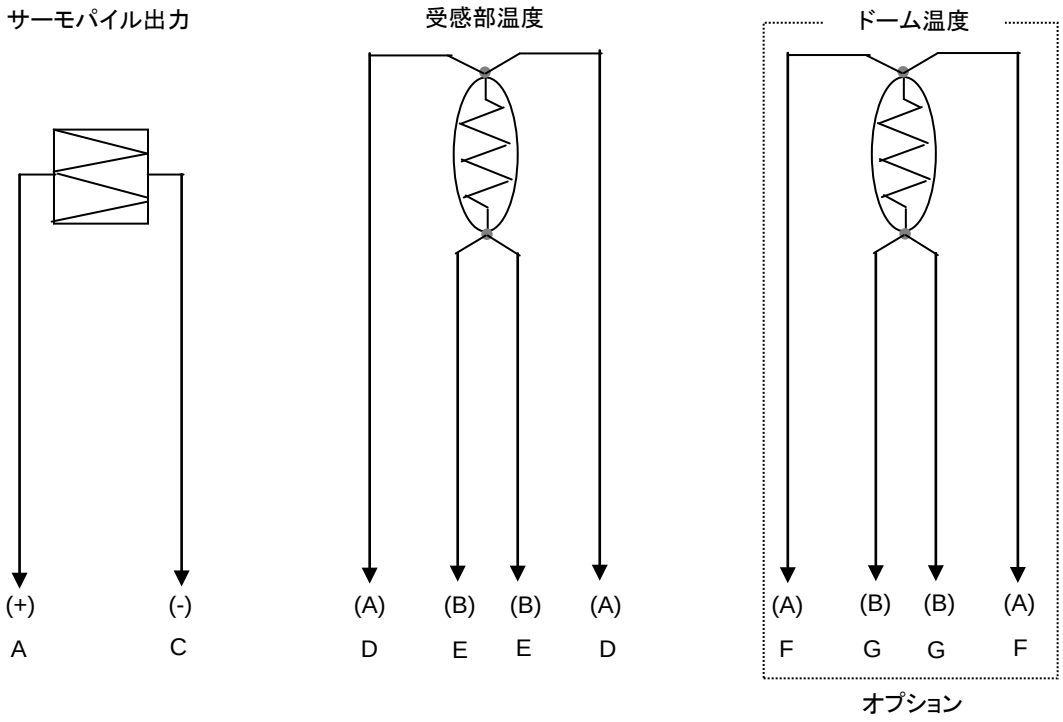


図 5-3. Pt100 仕様：接続方法

表 5-3. コネクタの接続 -- Pt-100 仕様ドーム温度無し/ドーム温度付き

| 本体(レセプタクル) | | MS-202 Pt-100 ドーム温度無し | | | MS-202 Pt-100 ドーム温度付 (オプション) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 出力ケーブル (プラグ) | マーク | 圧着端子 | 出力ケーブル (プラグ) | マーク | 圧着端子 |
| 出力(－) | A | 赤 | - | 青 | 赤 | - | 青 |
| 出力(＋) | C | 茶 | + | 赤 | 茶 | + | 赤 |
| ボディ温度 pt(A) | D | 黄 | A | 青 | オレンジ | A | 青 |
| | | 緑 | A | 青 | 青 | A | 青 |
| ボディ温度 pt(B) | E | 青 | B | 青 | 黄 | B | 青 |
| | | 灰 | B | 青 | 緑 | B | 青 |
| ドーム温度 pt(A) (オプション) | F | | | | 黄緑又は紫 | A | 青 |
| | | | | | 黒 | A | 青 |
| ドーム温度 pt(B) (オプション) | G | | | | 灰 | B | 青 |
| | | | | | 白 | B | 青 |

# 6. 測定方法

赤外放射計は、黒色表面(すなわち受感部)と観測する対象(すなわち空または地面)との放射のやりとりを測定するものです。

1) 受感部は、対象物からの放射を受ける一方、絶対温度Tにある受感部自身は、Stefan－Boltzmann の法則により、$\sigma T^4$に相当するエネルギーを放射しています。この放射のやりとり(あるいは熱のやりとり)の結果が受熱板の温度として表われ、この受熱板の温度と基準点との温度差を熱電堆によって電圧として測定します。

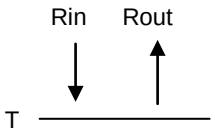

図 6-1. 測定原理

2) いま、観測対象から受感部に入射する放射をRin、受感部が放出する放射をRout、これらの収支をRnetとすると、

$$Rnet = Rin - Rout$$

Rnet は、熱電堆の電圧出力として測定でき Rout も受感部の温度を測定することにより求まります。 従って、

$$Rin = Rnet + Rout$$

として入射する放射が測定されます。

## 6-1. サーミスタ仕様：測定、放射量の求め方

1) 通常の方法

A～B間の電圧(V)を計測し、下記の式により放射量を求めることができます。

$$Rin = V/S(kW/m^2)$$

ここで、Sは検定表に与えられる検定常数となります。

2) より正確に求める方法

A～C間の電圧とE～D間の受感部の温度に相当する抵抗を別々に計測します。先ず、

$$Rnet = Vac/S(kW/m^2)$$

により、放射収支量を求めます。次に表 2で与えられる抵抗と温度の関係を利用してE～D間の抵抗に相当する温度T(絶対温度)を求めます。次に表 1を利用してTに相当する放射量を求めます。最終的に、

$$Rin = Rnet+\sigma T^4$$

により入射する放射量を求めることができます。ここでσはステファン・ボルツマン定数(5.67032 x 10^-8(W/$m^2$・K^-4))です。

## 6-2. Pt100 仕様：測定、放射量の求め方

サーモパイル出力(+)～(-)間の電圧(V)と受感部温度(T)とを別々に測定します。
先ず、サーモパイルの電圧を次式に代入する事により

$$Rnet=V/S(kW/m^2)$$

放射収支量を求めます。Sは検査証に与えられる検定常数となります。

次に、受感部の温度を計測し絶対温度に直し(T)放射量を求め、最終的に、

$$Rin=Rnet+\sigma T^4$$

により入射する放射量を求めることができます。(温度と放射量の関係は付表を参考にしてください)

※白金測温抵抗体の取り扱いはJIS規格に沿って行ってください。

## 6-3. ドーム温度補正について(オプション機能)

赤外放射量の測定精度をさらに向上させるためには、ドームの温度上昇にともなうドームよりの二次的な放射量を補正します。このため、ドームの温度を直接計測するためのサーミスタまたは白金測温抵抗体が組み込まれます。

ドーム温度の補正を行う場合は下記を参照してください。

$$Rin＝(V/S) \times 1000＋\sigma T\text{^}4＋k\sigma \times (T\text{^}4－Td\text{^}4)$$

ここに、

| | |
|---|---|
| k: | ドーム定数 |
| Td: | ドーム温度(K) |
| T: | ボディ温度(K) |
| V: | センサー出力(mV)　a(-),c(+) |
| S: | 感度定数(mV/kW/$m^2$) |
| σ: | ステファン・ボルツマン定数(5.67032 x 10^-8(W/$m^2$・K^-4)) |

# A Pt100(白金側温抵抗体)仕様の場合

※白金側温抵抗体の取り扱いについてはJIS規格に沿ってください。

下記にJIS C1604(1997)規格を記載します。

−200℃~0℃の範囲：$R_t = R_0 [1 + At + Bt^2 + C (t-100) t^3]$ (1)

0℃~850℃の範囲：$R_t = R_0 (1 + At + Bt^2)$ (2)

ここに, $A = 3.9083 \times 10\text{-}3℃^{-1}$

$B = -5.775 \times 10\text{-}7℃^{-2}$

$C = -4.183 \times 10\text{-}12℃^{-4}$

備考. $R_0$は0℃における抵抗値, $R_t$は t ℃における抵抗値を表す。

# B サーミスタ仕様の場合

ここでは、サーミスタ仕様の赤外放射計を使った場合の測定方法をご紹介します。

ドーム温度を計測するためのサーミスタよりの抵抗出力は、本体端子F、G間に出力されます。

1) F、G間の抵抗を測定します。 (サーミスタの場合)
2) 付表もしくは次式を利用して抵抗Rの時の温度を求めることができます。

## 1. サーミスタ定数 B

サーミスタ定数Bとは、抵抗値が与えられた2温度点の間の任意の温度における抵抗値を算出するときに用いるサーミスタに固有の定数でサーミスタの成分の組成、焼成条件などによって決まります。2温度点$t_1$°、$t_2$°におけるサーミスタの抵抗を$R_1$、$R_2$とすると、Bは次の式で算出されます。

$$B = \frac{2.3026(\log R_1 - \log R_2)}{\frac{1}{T_1+273.15} - \frac{1}{T_2+273.15}}$$

ここに、

| | |
|---|---|
| B: | サーミスタ定数(K) |
| $t_1$、$t_2$: | 温度(℃) |
| $R_1$: | 温度$t_1$ におけるサーミスタの抵抗(Ω) |
| $R_2$: | 温度$t_1$ におけるサーミスタの抵抗(Ω) |

## 2. サーミスタ定数Bを用いて任意の温度におけるサーミスタ抵抗を補間によって求める方法

ある温度の近くでのBの値が計算されている場合には、その温度におけるサーミスタの抵抗の温度係数α〔1℃〔1K〕(*)の温度変化によってサーミスタの抵抗が変化する割合〕は、

$$\alpha = -\frac{B}{(t+273.15)^2}$$

で与えることができます。従って、1℃{1K}(*)当たりの抵抗変化の大きさは近似的にはその温度におけるサーミスタの抵抗Rを用いて、Rαで求めることができます。αが負の値をとるのは、サーミスタの抵抗の温度が高くなるにつれて減少することを示しています。

また、温度$t_0$℃におけるサーミスタの抵抗を$R_0$として温度τ℃におけるサーミスタの抵抗Rを求めるには、$t_0<t<t_1$の条件にある接近した温度$t_0$、$t_1$で算出したサーミスタ定数Bの値を用いて、次の式で算出します。

$$R = R_0 \exp B \left[ \frac{1}{t+273.15} - \frac{1}{t_0+273.15} \right]$$

ここに、

| | |
|---|---|
| B: | サーミスタ定数(K) |
| $t_0$: | 初めの温度(℃) |
| t: | 抵抗値を求めたいサーミスタ(℃) |
| $R_0$: | 温度$t_0$℃ におけるサーミスタの抵抗(Ω) |
| R: | 温度t℃ におけるサーミスタの抵抗(Ω) |

注)　(*):　この項の中で{}を付けて示してある単位および数値は、国際単位系(SI)によるものです。

# 7. メンテナンス&トラブルシューティング

## 7-1. 再校正について

測定を品質良く維持する為に、赤外放射計は、2年毎に1度、再校正する事を推奨します。
再校正や管理方法の詳細については、英弘精機までお問い合わせください。

## 7-2. メンテナンス

正確な測定を維持するために、下記の点検とメンテナンスを定期的に行うことをお勧めします。

表 7-1 メンテナンス一覧

| 点検事項 | 頻度 | メンテナンス内容 | 怠った場合の問題点 |
|---|---|---|---|
| ドームの清掃 | 1 週間に数回(最低 1 回以上) | シリコンドームの汚れを柔らかい布及びアルコールで拭き取ってください。 | 汚れなどで放射が受感部に十分に伝わらなくなり、出力が異常測定されてしまいます。 |
| ドームの確認 | 毎週 | シリコンドームおよびその周辺部に、割れや傷が生じていないか確認してください。 | 内部への雨滴や露などによる水分の浸入によって、赤外放射計の受感部や内部の損傷につながってしまいます。 |
| 水準器の確認 | 毎週 | 赤外放射計が水平状態であるか、赤外放射計の水準器を確認してください(*水平設置の場合)。 | 傾きに応じた入射角誤差や方位角誤差等の測定誤差が生じてしまいますので、太陽高度に応じた赤外放射が正しく計測されなくなってしまいます。 |
| ケーブルの確認 | 毎週 | ケーブルの断線が生じていないか、コネクタ部に緩みはないか、ケーブルが風でばたついていないかを確認してください。 | ケーブル切断やコネクタの緩みは、放射が計測されない又は散発的な計測不良の原因となります。また、ファン用電源ケーブル損傷の場合、感電する恐れがあります。<br>風でのばたつきにより、出力にノイズが生じる可能性があります。 |
| 設置台の確認 | 毎週 | 赤外放射計が正しく設置台に固定されているか、設置台に損傷やがたつきなどの劣化が生じていないか確認してください。 | 赤外放射計の落下や設置台の倒壊などで、受感部が損傷したり、ドームが割れて怪我をしたりするなどの恐れがあります。 |
| シリカゲルの確認 | 毎月 | シリカゲルの色が青→赤っぽく変色していないか確認する。変色していた場合、交換してください。 | 湿気によりドーム内部に結露が生じ、出力が低く測定されます。この状態を放置すると内部損傷につながる恐れがあります。 |

表 7-1 メンテナンス一覧-続き

| 点検事項 | 頻度 | メンテナンス内容 | 怠った場合の問題点 |
|---|---|---|---|
| トリマーの調整確認 | 季節ごと | サーミスタ仕様で受感部の温度演算回路を使用している場合は、周囲温度の変化(たとえば四季)に応じてトリマーの調節をしてください。 | 温度範囲を四季に応じてトリマーを調節しない場合には、測定に誤差が出てしまうことがあります。 |
| リチウム電池の交換 | 7 か月毎 | 「7-3. 電池交換方法(サーミスタ仕様、演算回路用)」に従って電池を交換してください。 | 7 ヶ月以上電池の交換を怠った場合は、電圧低下により、測定の精度が落ちます。<br>演算回路を使用しない場合は、腐食の心配が有りますのでリチウム電池を取り外しておいてください。 |
| センサーの校正 | 2 年毎 | センサーの感度定数の再校正を行ってください(当社へお問い合わせください)。 | 受感部の感度劣化により、感度定数に対する出力誤差が生じる可能性があります。 |

## 7-3. 演算回路について(サーミスタ仕様のみ)

受感部から外部に出てゆく放射を補償する働きをするのがサーミスタバッテリ抵抗回路である。受感部の温度による放射量 Rout(=σT$^4$)を受感部に付着したサーミスタの抵抗値による電圧として出力し、Rnet(熱電堆)の出力に加えることによって入射する放射Rinを電圧出力として測定できるようになっています。また、可変抵抗器により演算回路の較正が可能です。

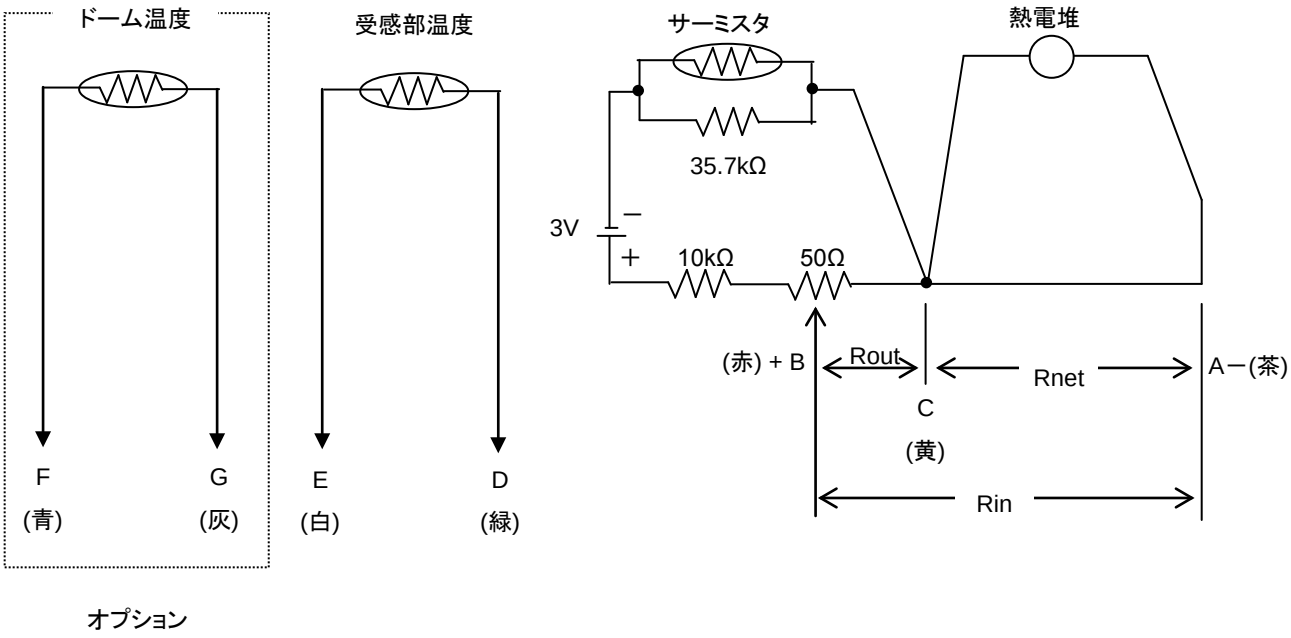


図 7-1. MS-202 サーミスタ仕様:演算回路

本器の回路図を図7-1に示します。
上図を見て分かる通り、端子A～C間の電圧は熱電堆による出力でありRnetに相当します。
B～C間の電圧は、Rout に相当する出力で演算回路による出力になります。よって、A～B間の電圧を測定することにより入射する放射量が自動的に測定できます。また、演算回路用のサーミスタの他に受感部の温度を測定するためのサーミスタが組み込まれてあり、E～D間の抵抗を測定することによって受感部の温度を知り受感部からの放射量を正確に測定することができます。

# 1. 演算回路の再校正手順

1) 受感部の温度を知るため端子E～D間の抵抗値(測温用サーミスタ抵抗値)を測定し、抵抗値表(表 2)によって絶対温度Tに読み直します。

2) この時の検定表に示される放射計の感度常数をS(mV/kW・$m^{-2}$) 、Stefan-Biotzmann 常数を

$$\sigma = 5.67032 \times 10^{-11} \quad kW/m^{-2}\cdot deg^{-4}$$ とすると、

$$\sigma T = \frac{Vbc}{S} \quad (kW/m^{2})$$

の関係を利用してB～C間の電圧Vbcを計算により求ます。

3) B～C間の電圧(Vbc)をトリマーによって 2)で求めた値に調節します。
トリマーは、乾燥剤ホルダーを取り外すことにより調節可能となります。

以上で、較正は終了しA～B間の電圧(Aab)を測定し、これを感度常数Sで除すことにより長波放射量Rinを求めます。

$$Rin = Vab/S(kW/m^{2})$$

※なおこの校正は電池の交換時は必ず、また四季に応じ測定器の周囲温度が大きく変化するときには必要です。

# 2. 演算回路用リチウム電池の交換方法

リチウム電池は、本体内部に固定されております。
なお演算回路を使用しない場合は必要ありません。腐食の心配が有りますのでリチウム電池を取り外しておいてください。

交換時は、まず乾燥剤容器を取り(内部の線が引掛かるため)、裏面のビス(6本)をゆるめ内部の線を切らないようにゆっくりと裏蓋をはずしてください。次に、電極板を止めてあるビスをはずせば電池が取りはずせますので新しいものと交換してください。(この時に基板と接続している電極板がはずれることがありますので、その時は再度、差し込んでください。)
組立は、取り外し方と逆の手順で行ってください。(+側の電極板がしっかりと電池に接触するように注意してください)。
電池を交換した場合は、交換前後で電池電圧が異なるため「9-1. 再校正について」、「2. 演算回路の再較正手順」に従って較正を行ってください。

*リチウム電池は、約7ヶ月で交換してください。
(円筒形リチウム電池 CR123A Panasonic 1個)

# 7-4. トラブルシューティング

修理やお問い合わせのご連絡を頂く前に，下記の項目をご確認ください。下記項目に当てはまらないトラブルや、技術的質問などは、当社までご連絡頂けますようお願い致します。

表 7-2 トラブルシューティング

| 症状 | 対処方法 |
|---|---|
| 出力が出ない | 出力ケーブルが機器に適切に接続されているか、断線していないかを確認する為、出力ケーブルの ＋ 線 と - 線間の抵抗値(内部抵抗)を測定し、仕様範囲内にある事を測定してください(8. 仕様を参照)。 |
| | 出力計測器の測定レンジが適正であるか確認してください。 |
| 出力値が異常に低い | シリコンドーム部に雨滴やゴミが付着している可能性があります。シリコンドーム部を柔らかい布などで拭き取るなどの清掃をしてください。 |
| シリカゲルが変色した | シリカゲルの交換をしてください。乾燥剤容器を赤外放射計のボディから外し、容器フタを外して、シリカゲルを交換してください。 |
| ファンから異音がする<br>(ファン付赤外放射計) | ファンに葉やゴミなどの異物が絡まっている可能性があります。<br>ファンを一旦停止し、ファンの付近やファン内に異物が無いか確認してください。<br>あるいは、ファンの寿命などによりファンの回転音が増大した可能性があります。その場合は当社へご連絡ください。 |

# 8. 仕様

## 8-1. 本体仕様

表 8-1. 本体仕様

| 項目 | MS-202 | MS-202F |
|---|---|---|
| 感度 | 約 4mV/kW･$m^{-2}$ | |
| 内部抵抗 | 約 300Ω | |
| 応答速度 | 3.0s (1-1/e) | |
| 非直線性 | ±1% | |
| 波長範囲 | 3μm～50μm | |
| 温度範囲 | -20 ~ +40℃ | |
| 精度 | ±5% | |
| 受感部温度素子 | Pt-100Ω またはサーミスタ | |
| ドーム温度素子(オプション) | Pt-100Ω またはサーミスタ | |
| 電池 | リチウム電池、CR-123A 3V、寿命約 7 ヶ月 (サーミスタ使用の場合) | |
| 寸法 | 130φ x 120H mm | 180φ x 140H mm |
| 重量 | 約 2kg | 約 3kg |
| ファン用電源(指定) | --- | DC12V 0.17A 又は<br>AC100V 50/60Hz 12/10W |

## 8-2. 寸法図

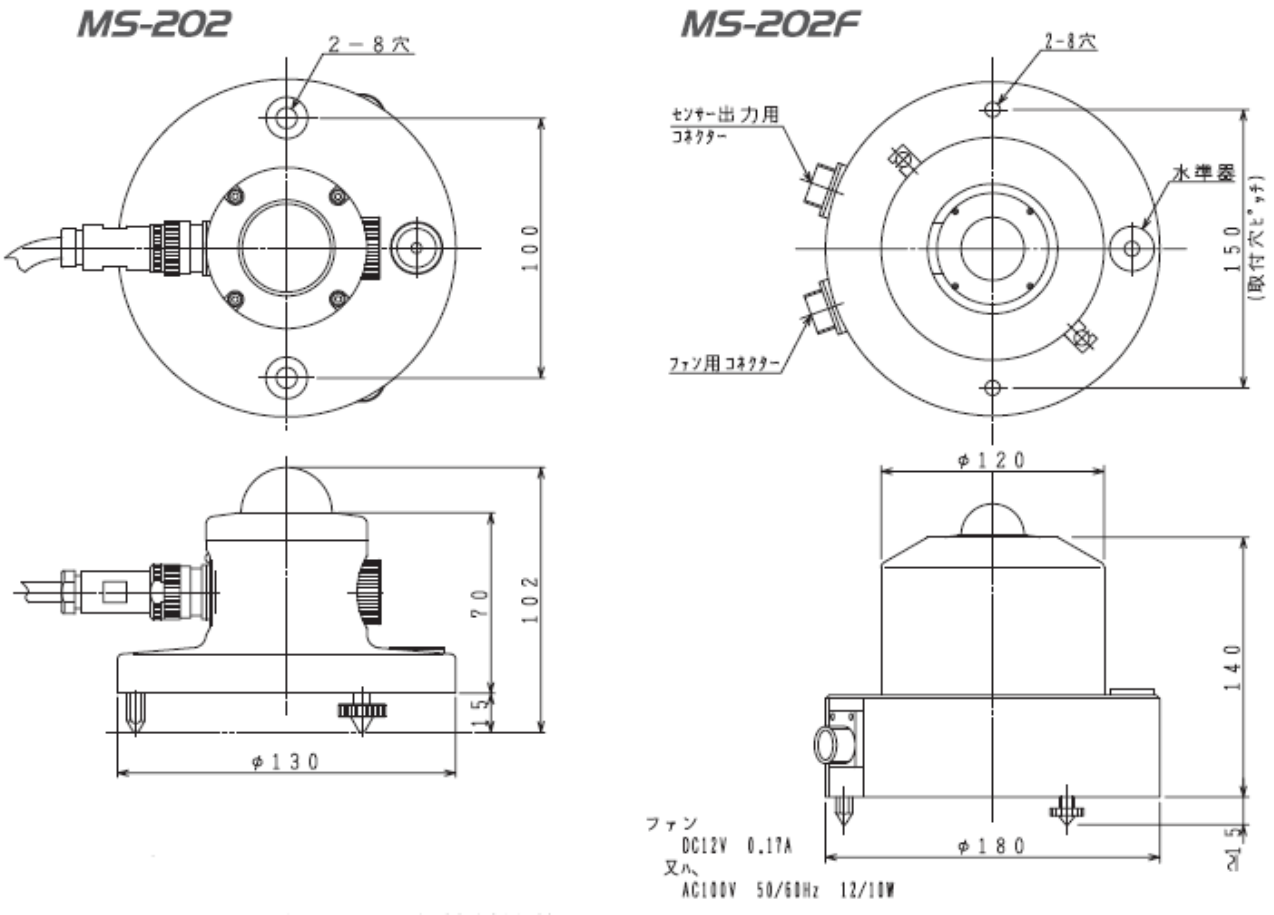


図 8-1. MS-202/MS-202F 寸法図

## 8-3. オプション品リスト

表 8-2. オプション品一覧

| オプション品 | 詳細 |
|---|---|
| 出力ケーブル | 20m、30m、50m |
| 電源ケーブル | AC100V用、DC12/24V用　各20m、30m、50m |
| 詰め替え用シリカゲル | 詰め替え用シリカゲル(乾燥剤)ボトル(500g) |

# APPENDIX

## A-1. 温度・放射量変換表

Table 1. Conversion from temp. to radiation

$\sigma = 5.67032 \times 10\text{-}8 \quad W \cdot m\text{-}2 \cdot K\text{-}4$

$T = 273.15℃ + \theta℃$

| θ℃ | .0 | .1 | .2 | .3 | .4 | .5 | .6 | .7 | .8 | .9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -19.00 | 236.57 | 236.20 | 235.83 | 235.46 | 235.09 | 234.72 | 234.35 | 233.98 | 233.61 | 233.24 |
| -18.00 | 240.32 | 239.94 | 239.57 | 239.19 | 238.82 | 238.44 | 238.07 | 237.69 | 237.32 | 236.95 |
| -17.00 | 244.11 | 243.73 | 243.35 | 242.97 | 242.59 | 242.21 | 241.83 | 241.45 | 241.07 | 240.70 |
| -16.00 | 247.94 | 247.56 | 247.17 | 246.79 | 246.40 | 246.02 | 245.64 | 245.26 | 244.87 | 244.49 |
| -15.00 | 251.82 | 251.43 | 251.04 | 250.65 | 250.27 | 249.88 | 249.49 | 249.10 | 248.72 | 248.33 |
| -14.00 | 255.75 | 255.35 | 254.96 | 254.57 | 254.17 | 253.78 | 253.39 | 253.00 | 252.60 | 252.21 |
| -13.00 | 259.72 | 259.32 | 258.92 | 258.52 | 258.12 | 257.73 | 257.33 | 256.93 | 256.54 | 256.14 |
| -12.00 | 263.73 | 263.33 | 262.93 | 262.53 | 262.12 | 261.72 | 261.32 | 260.92 | 260.52 | 260.12 |
| -11.00 | 267.80 | 267.39 | 266.98 | 266.57 | 266.17 | 265.76 | 265.35 | 264.95 | 264.54 | 264.14 |
| -10.00 | 271.91 | 271.49 | 271.08 | 270.67 | 270.26 | 269.85 | 269.44 | 269.03 | 268.62 | 268.21 |
| -9.00 | 276.06 | 275.65 | 275.23 | 274.81 | 274.40 | 273.98 | 273.56 | 273.15 | 272.73 | 272.32 |
| -8.00 | 280.27 | 279.85 | 279.42 | 279.00 | 278.58 | 278.16 | 277.74 | 277.32 | 276.90 | 276.48 |
| -7.00 | 284.52 | 284.09 | 283.67 | 283.24 | 282.81 | 282.39 | 281.96 | 281.54 | 281.11 | 280.69 |
| -6.00 | 288.82 | 288.39 | 287.96 | 287.53 | 287.09 | 286.66 | 286.23 | 285.81 | 285.38 | 284.95 |
| -5.00 | 293.17 | 292.73 | 292.30 | 291.86 | 291.42 | 290.99 | 290.55 | 290.12 | 289.69 | 289.25 |
| -4.00 | 297.57 | 297.13 | 296.68 | 296.24 | 295.80 | 295.36 | 294.92 | 294.48 | 294.05 | 293.61 |
| -3.00 | 302.01 | 301.57 | 301.12 | 300.67 | 300.23 | 299.78 | 299.34 | 298.90 | 298.45 | 298.01 |
| -2.00 | 306.51 | 306.06 | 305.61 | 305.16 | 304.71 | 304.26 | 303.81 | 303.36 | 302.91 | 302.46 |
| -1.00 | 311.06 | 310.60 | 310.14 | 309.69 | 309.23 | 308.78 | 308.32 | 307.87 | 307.42 | 306.96 |
| -0.00 | 315.65 | 315.19 | 314.73 | 314.27 | 313.81 | 313.35 | 312.89 | 312.43 | 311.97 | 311.52 |
| 0.00 | 315.65 | 316.12 | 316.58 | 317.04 | 317.51 | 317.97 | 318.44 | 318.90 | 319.37 | 319.84 |
| 1.00 | 320.30 | 320.77 | 321.24 | 321.71 | 322.18 | 322.65 | 323.12 | 323.59 | 324.06 | 324.53 |
| 2.00 | 325.00 | 325.47 | 325.95 | 326.42 | 326.90 | 327.37 | 327.85 | 328.32 | 328.80 | 329.27 |
| 3.00 | 329.75 | 330.23 | 330.71 | 331.19 | 331.67 | 332.15 | 332.63 | 333.11 | 333.59 | 334.07 |
| 4.00 | 334.55 | 335.04 | 335.52 | 336.01 | 336.49 | 336.98 | 337.46 | 337.95 | 338.43 | 338.92 |
| 5.00 | 339.41 | 339.90 | 340.39 | 340.88 | 341.37 | 341.86 | 342.35 | 342.84 | 343.33 | 343.82 |
| 6.00 | 344.32 | 344.81 | 345.30 | 345.80 | 346.29 | 346.79 | 347.29 | 347.78 | 348.28 | 348.78 |
| 7.00 | 349.28 | 349.78 | 350.28 | 350.78 | 351.28 | 351.78 | 352.28 | 352.78 | 353.28 | 353.79 |
| 8.00 | 354.29 | 354.80 | 355.30 | 355.81 | 356.31 | 356.82 | 357.32 | 357.83 | 358.34 | 358.85 |
| 9.00 | 359.36 | 359.87 | 360.38 | 360.89 | 361.40 | 361.91 | 362.42 | 362.94 | 363.45 | 363.97 |
| 10.00 | 364.48 | 365.00 | 365.51 | 366.03 | 366.54 | 367.06 | 367.58 | 368.10 | 368.62 | 369.14 |

Continued 2

$\sigma$ = 5.67032 × 10-8 W・m-2・K-4

T = 273.15℃+θ℃

| θ℃ | .0 | .1 | .2 | .3 | .4 | .5 | .6 | .7 | .8 | .9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 11.00 | 369.66 | 370.18 | 370.70 | 371.22 | 371.74 | 372.27 | 372.79 | 373.31 | 373.84 | 374.36 |
| 12.00 | 374.89 | 375.41 | 375.94 | 376.47 | 377.00 | 377.52 | 378.05 | 378.58 | 379.11 | 379.64 |
| 13.00 | 380.17 | 380.71 | 381.24 | 381.77 | 382.30 | 382.84 | 383.37 | 383.91 | 384.44 | 384.98 |
| 14.00 | 385.52 | 386.05 | 386.59 | 387.13 | 387.67 | 388.21 | 388.75 | 389.29 | 389.83 | 390.37 |
| 15.00 | 390.91 | 391.46 | 392.00 | 392.55 | 393.09 | 393.64 | 394.18 | 394.73 | 395.27 | 395.82 |
| 16.00 | 396.37 | 396.92 | 397.47 | 398.02 | 398.57 | 399.12 | 399.67 | 400.22 | 400.77 | 401.33 |
| 17.00 | 401.88 | 402.44 | 402.99 | 403.55 | 404.10 | 404.66 | 405.22 | 405.77 | 406.33 | 406.89 |
| 18.00 | 407.45 | 408.01 | 408.57 | 409.13 | 409.69 | 410.26 | 410.82 | 411.38 | 411.95 | 412.51 |
| 19.00 | 413.08 | 413.64 | 414.21 | 414.78 | 415.34 | 415.91 | 416.48 | 417.05 | 417.62 | 418.19 |
| 20.00 | 418.76 | 419.33 | 419.91 | 420.48 | 421.05 | 421.63 | 422.20 | 422.78 | 423.35 | 423.93 |
| 21.00 | 424.51 | 425.08 | 425.66 | 426.24 | 426.82 | 427.40 | 427.98 | 428.56 | 429.14 | 429.72 |
| 22.00 | 430.31 | 430.89 | 431.47 | 432.06 | 432.64 | 433.23 | 433.82 | 434.40 | 434.99 | 435.58 |
| 23.00 | 436.17 | 436.76 | 437.35 | 437.94 | 438.53 | 439.12 | 439.71 | 440.31 | 440.90 | 441.50 |
| 24.00 | 442.09 | 442.69 | 443.28 | 443.88 | 444.48 | 445.07 | 445.67 | 446.27 | 446.87 | 447.47 |
| 25.00 | 448.07 | 448.67 | 449.27 | 449.88 | 450.48 | 451.08 | 451.69 | 452.29 | 452.90 | 453.51 |
| 26.00 | 454.11 | 454.72 | 455.33 | 455.94 | 456.55 | 457.16 | 457.77 | 458.38 | 458.99 | 459.60 |
| 27.00 | 460.22 | 460.83 | 461.44 | 462.06 | 462.67 | 463.29 | 463.91 | 464.52 | 465.14 | 465.76 |
| 28.00 | 466.38 | 467.00 | 467.62 | 468.24 | 468.86 | 469.48 | 470.11 | 470.73 | 471.35 | 471.98 |
| 29.00 | 472.60 | 473.23 | 473.86 | 474.48 | 475.11 | 475.74 | 476.37 | 477.00 | 477.63 | 478.26 |
| 30.00 | 478.89 | 479.52 | 480.16 | 480.79 | 481.42 | 482.06 | 482.69 | 483.33 | 483.97 | 484.60 |
| 31.00 | 485.24 | 485.88 | 486.52 | 487.16 | 487.80 | 488.44 | 489.08 | 489.73 | 490.37 | 491.01 |
| 32.00 | 491.66 | 492.30 | 492.95 | 493.59 | 494.24 | 494.89 | 495.53 | 496.18 | 496.83 | 497.48 |
| 33.00 | 498.13 | 498.78 | 499.44 | 500.09 | 500.74 | 501.39 | 502.05 | 502.70 | 503.36 | 504.02 |
| 34.00 | 504.67 | 505.33 | 505.99 | 506.65 | 507.31 | 507.97 | 508.63 | 509.29 | 509.95 | 510.61 |
| 35.00 | 511.28 | 511.94 | 512.61 | 513.27 | 513.94 | 514.60 | 515.27 | 515.94 | 516.61 | 517.28 |
| 36.00 | 517.95 | 518.62 | 519.29 | 519.96 | 520.63 | 521.31 | 521.98 | 522.65 | 523.33 | 524.00 |
| 37.00 | 524.68 | 525.36 | 526.03 | 526.71 | 527.39 | 528.07 | 528.75 | 529.43 | 530.11 | 530.80 |
| 38.00 | 531.48 | 532.16 | 532.85 | 533.53 | 534.22 | 534.90 | 535.59 | 536.28 | 536.97 | 537.66 |
| 39.00 | 538.35 | 539.04 | 539.73 | 540.42 | 541.11 | 541.80 | 542.50 | 543.19 | 543.89 | 544.58 |
| 40.00 | 545.28 | 545.97 | 546.67 | 547.37 | 548.07 | 548.77 | 549.47 | 550.17 | 550.87 | 551.57 |

Continued 3

$\sigma = 5.67032 \times 10\text{-}8$ W･m-2･K-4

T = 273.15℃+θ℃

| θ℃ | .0 | .1 | .2 | .3 | .4 | .5 | .6 | .7 | .8 | .9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 41.00 | 552.28 | 552.98 | 553.68 | 554.39 | 555.09 | 555.80 | 556.51 | 557.21 | 557.92 | 558.63 |
| 42.00 | 559.34 | 560.05 | 560.76 | 561.47 | 562.19 | 562.90 | 563.61 | 564.33 | 565.04 | 565.76 |
| 43.00 | 566.47 | 567.19 | 567.91 | 568.63 | 569.35 | 570.07 | 570.79 | 571.51 | 572.23 | 572.95 |
| 44.00 | 573.68 | 574.40 | 575.12 | 575.85 | 576.58 | 577.30 | 578.03 | 578.76 | 579.49 | 580.22 |
| 45.00 | 580.95 | 581.68 | 582.41 | 583.14 | 583.87 | 584.61 | 585.34 | 586.08 | 586.81 | 587.55 |
| 46.00 | 588.28 | 589.02 | 589.76 | 590.50 | 591.24 | 591.98 | 592.72 | 593.46 | 594.20 | 594.95 |
| 47.00 | 595.69 | 596.44 | 597.18 | 597.93 | 598.67 | 599.42 | 600.17 | 600.92 | 601.67 | 602.42 |
| 48.00 | 603.17 | 603.92 | 604.67 | 605.43 | 606.18 | 606.93 | 607.69 | 608.45 | 609.20 | 609.96 |
| 49.00 | 610.72 | 611.48 | 612.24 | 613.00 | 613.76 | 614.52 | 615.28 | 616.04 | 616.81 | 617.57 |
| 50.00 | 618.34 | 619.10 | 619.87 | 620.63 | 621.40 | 622.17 | 622.94 | 623.71 | 624.48 | 625.25 |
| 51.00 | 626.02 | 626.80 | 627.57 | 628.35 | 629.12 | 629.90 | 630.67 | 631.45 | 632.23 | 633.01 |
| 52.00 | 633.79 | 634.57 | 635.35 | 636.13 | 636.91 | 637.69 | 638.48 | 639.26 | 640.05 | 640.83 |
| 53.00 | 641.62 | 642.41 | 643.19 | 643.98 | 644.77 | 645.56 | 646.35 | 647.14 | 647.94 | 648.73 |
| 54.00 | 649.52 | 650.32 | 651.11 | 651.91 | 652.71 | 653.50 | 654.30 | 655.10 | 655.90 | 656.70 |
| 55.00 | 657.50 | 658.30 | 659.11 | 659.91 | 660.71 | 661.52 | 662.32 | 663.13 | 663.94 | 664.75 |
| 56.00 | 665.55 | 666.36 | 667.17 | 667.98 | 668.79 | 669.61 | 670.42 | 671.23 | 672.05 | 672.86 |
| 57.00 | 673.68 | 674.50 | 675.31 | 676.13 | 676.95 | 677.77 | 678.59 | 679.41 | 680.23 | 681.05 |
| 58.00 | 681.88 | 682.70 | 683.53 | 684.35 | 685.18 | 686.01 | 686.83 | 687.66 | 688.49 | 689.32 |
| 59.00 | 690.15 | 690.98 | 691.82 | 692.65 | 693.48 | 694.32 | 695.15 | 695.99 | 696.82 | 697.66 |
| 60.00 | 698.50 | 699.34 | 700.18 | 701.02 | 701.86 | 702.70 | 703.55 | 704.39 | 705.23 | 706.08 |
| 61.00 | 706.93 | 707.77 | 708.62 | 709.47 | 710.32 | 711.17 | 712.02 | 712.87 | 713.72 | 714.57 |
| 62.00 | 715.43 | 716.28 | 717.13 | 717.99 | 718.85 | 719.70 | 720.56 | 721.42 | 722.28 | 723.14 |
| 63.00 | 724.00 | 724.86 | 725.73 | 726.59 | 727.45 | 728.32 | 729.19 | 730.05 | 730.92 | 731.79 |
| 64.00 | 732.66 | 733.53 | 734.40 | 735.27 | 736.14 | 737.01 | 737.89 | 738.76 | 739.63 | 740.51 |
| 65.00 | 741.39 | 742.26 | 743.14 | 744.02 | 744.90 | 745.78 | 746.66 | 747.55 | 748.43 | 749.31 |
| 66.00 | 750.20 | 751.08 | 751.97 | 752.85 | 753.74 | 754.63 | 755.52 | 756.41 | 757.30 | 758.19 |
| 67.00 | 759.08 | 759.98 | 760.87 | 761.76 | 762.66 | 763.56 | 764.45 | 765.35 | 766.25 | 767.15 |
| 68.00 | 768.05 | 768.95 | 769.85 | 770.75 | 771.66 | 772.56 | 773.47 | 774.37 | 775.28 | 776.19 |
| 69.00 | 777.09 | 778.00 | 778.91 | 779.82 | 780.73 | 781.65 | 782.56 | 783.47 | 784.39 | 785.30 |
| 70.00 | 786.22 | 787.14 | 788.05 | 788.97 | 789.89 | 790.81 | 791.73 | 792.65 | 793.58 | 794.50 |

Table 2 Thermistor Resistance vs Temperature Sheet 1/2

| Temp ℃ | Res kΩ | Temp ℃ | Res kΩ | Temp ℃ | Res kΩ | Temp ℃ | Res kΩ | Temp ℃ | Res kΩ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -10.0 | 47.54 | -5.0 | 37.31 | 0.0 | 29.49 | 5.0 | 23.46 | 10.0 | 18.78 |
| -9.9 | 47.31 | -4.9 | 37.13 | 0.1 | 29.35 | 5.1 | 23.35 | 10.1 | 18.70 |
| -9.8 | 47.07 | -4.8 | 36.95 | 0.2 | 29.21 | 5.2 | 23.25 | 10.2 | 18.62 |
| -9.7 | 46.84 | -4.7 | 36.78 | 0.3 | 29.08 | 5.3 | 23.15 | 10.3 | 18.54 |
| -9.6 | 46.61 | -4.6 | 36.60 | 0.4 | 28.95 | 5.4 | 23.04 | 10.4 | 18.46 |
| -9.5 | 46.39 | -4.5 | 36.43 | 0.5 | 28.81 | 5.5 | 22.94 | 10.5 | 18.38 |
| -9.4 | 46.16 | -4.4 | 36.25 | 0.6 | 28.68 | 5.6 | 22.84 | 10.6 | 18.30 |
| -9.3 | 45.93 | -4.3 | 36.08 | 0.7 | 28.55 | 5.7 | 22.73 | 10.7 | 18.22 |
| -9.2 | 45.71 | -4.2 | 35.91 | 0.8 | 28.42 | 5.8 | 22.63 | 10.8 | 18.14 |
| -9.1 | 45.49 | -4.1 | 35.74 | 0.9 | 28.28 | 5.9 | 22.53 | 10.9 | 18.06 |
| -9.0 | 45.26 | -4.0 | 35.57 | 1.0 | 28.15 | 6.0 | 22.43 | 11.0 | 17.98 |
| -8.9 | 45.04 | -3.9 | 35.40 | 1.1 | 28.03 | 6.1 | 22.33 | 11.1 | 17.90 |
| -8.8 | 44.82 | -3.8 | 35.23 | 1.2 | 27.90 | 6.2 | 22.23 | 11.2 | 17.82 |
| -8.7 | 44.61 | -3.7 | 35.07 | 1.3 | 27.77 | 6.3 | 22.13 | 11.3 | 17.75 |
| -8.6 | 44.39 | -3.6 | 34.90 | 1.4 | 27.64 | 6.4 | 22.03 | 11.4 | 17.67 |
| -8.5 | 44.17 | -3.5 | 34.74 | 1.5 | 27.51 | 6.5 | 21.93 | 11.5 | 17.59 |
| -8.4 | 43.96 | -3.4 | 34.57 | 1.6 | 27.39 | 6.6 | 21.84 | 11.6 | 17.52 |
| -8.3 | 43.74 | -3.3 | 34.41 | 1.7 | 27.26 | 6.7 | 21.74 | 11.7 | 17.44 |
| -8.2 | 43.53 | -3.2 | 34.25 | 1.8 | 27.14 | 6.8 | 21.64 | 11.8 | 17.36 |
| -8.1 | 43.32 | -3.1 | 34.09 | 1.9 | 27.01 | 6.9 | 21.55 | 11.9 | 17.29 |
| -8.0 | 43.11 | -3.0 | 33.93 | 2.0 | 26.89 | 7.0 | 21.45 | 12.0 | 17.21 |
| -7.9 | 42.90 | -2.9 | 33.77 | 2.1 | 26.77 | 7.1 | 21.36 | 12.1 | 17.14 |
| -7.8 | 42.69 | -2.8 | 33.61 | 2.2 | 26.64 | 7.2 | 21.26 | 12.2 | 17.07 |
| -7.7 | 42.49 | -2.7 | 33.45 | 2.3 | 26.52 | 7.3 | 21.17 | 12.3 | 16.99 |
| -7.6 | 42.28 | -2.6 | 33.29 | 2.4 | 26.40 | 7.4 | 21.07 | 12.4 | 16.92 |
| -7.5 | 42.08 | -2.5 | 33.14 | 2.5 | 26.28 | 7.5 | 20.98 | 12.5 | 16.84 |
| -7.4 | 41.87 | -2.4 | 32.98 | 2.6 | 26.16 | 7.6 | 20.89 | 12.6 | 16.77 |
| -7.3 | 41.67 | -2.3 | 32.83 | 2.7 | 26.04 | 7.7 | 20.79 | 12.7 | 16.70 |
| -7.2 | 41.47 | -2.2 | 32.67 | 2.8 | 25.92 | 7.8 | 20.70 | 12.8 | 16.63 |
| -7.1 | 41.27 | -2.1 | 32.52 | 2.9 | 25.80 | 7.9 | 20.61 | 12.9 | 16.56 |
| -7.0 | 41.07 | -2.0 | 32.37 | 3.0 | 25.69 | 8.0 | 20.52 | 13.0 | 16.48 |
| -6.9 | 40.87 | -1.9 | 32.22 | 3.1 | 25.57 | 8.1 | 20.43 | 13.1 | 16.41 |
| -6.8 | 40.68 | -1.8 | 32.07 | 3.2 | 25.45 | 8.2 | 20.34 | 13.2 | 16.34 |
| -6.7 | 40.48 | -1.7 | 31.92 | 3.3 | 25.34 | 8.3 | 20.25 | 13.3 | 16.27 |
| -6.6 | 40.28 | -1.6 | 31.77 | 3.4 | 25.22 | 8.4 | 20.16 | 13.4 | 16.20 |
| -6.5 | 40.09 | -1.5 | 31.62 | 3.5 | 25.11 | 8.5 | 20.07 | 13.5 | 16.13 |
| -6.4 | 39.90 | -1.4 | 31.47 | 3.6 | 24.99 | 8.6 | 19.98 | 13.6 | 16.06 |
| -6.3 | 39.71 | -1.3 | 31.33 | 3.7 | 24.88 | 8.7 | 19.89 | 13.7 | 15.99 |
| -6.2 | 39.52 | -1.2 | 31.18 | 3.8 | 24.77 | 8.8 | 19.81 | 13.8 | 15.93 |
| -6.1 | 39.33 | -1.1 | 31.03 | 3.9 | 24.66 | 8.9 | 19.72 | 13.9 | 15.86 |
| -6.0 | 39.14 | -1.0 | 30.89 | 4.0 | 24.54 | 9.0 | 19.63 | 14.0 | 15.79 |
| -5.9 | 38.95 | -0.9 | 30.75 | 4.1 | 24.43 | 9.1 | 19.54 | 14.1 | 15.72 |
| -5.8 | 38.76 | -0.8 | 30.60 | 4.2 | 24.32 | 9.2 | 19.46 | 14.2 | 15.66 |
| -5.7 | 38.58 | -0.7 | 30.46 | 4.3 | 24.21 | 9.3 | 19.37 | 14.3 | 15.59 |
| -5.6 | 38.39 | -0.6 | 30.32 | 4.4 | 24.10 | 9.4 | 19.29 | 14.4 | 15.52 |
| -5.5 | 38.21 | -0.5 | 30.18 | 4.5 | 24.00 | 9.5 | 19.20 | 14.5 | 15.46 |
| -5.4 | 38.03 | -0.4 | 30.04 | 4.6 | 23.89 | 9.6 | 19.12 | 14.6 | 15.39 |
| -5.3 | 37.85 | -0.3 | 29.90 | 4.7 | 23.78 | 9.7 | 19.03 | 14.7 | 15.32 |
| -5.2 | 37.66 | -0.2 | 29.76 | 4.8 | 23.67 | 9.8 | 18.95 | 14.8 | 15.26 |
| -5.1 | 37.48 | -0.1 | 29.62 | 4.9 | 23.57 | 9.9 | 18.87 | 14.9 | 15.19 |

Table 2 Thermistor Resistance vs Temperature Sheet 2/2

| Temp ℃ | Res kΩ | Temp ℃ | Res kΩ | Temp ℃ | Res kΩ | Temp ℃ | Res kΩ | Temp ℃ | Res kΩ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 15.0 | 15.13 | 20.0 | 12.26 | 25.0 | 10.00 | 30.0 | 8.194 | 35.0 | 6.752 |
| 15.1 | 15.07 | 20.1 | 12.21 | 25.1 | 9.958 | 30.1 | 8.162 | 35.1 | 6.726 |
| 15.2 | 15.00 | 20.2 | 12.16 | 25.2 | 9.918 | 30.2 | 8.130 | 35.2 | 6.701 |
| 15.3 | 14.94 | 20.3 | 12.11 | 25.3 | 9.878 | 30.3 | 8.098 | 35.3 | 6.675 |
| 15.4 | 14.87 | 20.4 | 12.06 | 25.4 | 9.839 | 30.4 | 8.067 | 35.4 | 6.650 |
| 15.5 | 14.81 | 20.5 | 12.01 | 25.5 | 9.799 | 30.5 | 8.035 | 35.5 | 6.624 |
| 15.6 | 14.75 | 20.6 | 11.96 | 25.6 | 9.760 | 30.6 | 8.004 | 35.6 | 6.599 |
| 15.7 | 14.69 | 20.7 | 11.91 | 25.7 | 9.721 | 30.7 | 7.972 | 35.7 | 6.574 |
| 15.8 | 14.62 | 20.8 | 11.86 | 25.8 | 9.682 | 30.8 | 7.941 | 35.8 | 6.549 |
| 15.9 | 14.56 | 20.9 | 11.81 | 25.9 | 9.643 | 30.9 | 7.910 | 35.9 | 6.524 |
| 16.0 | 14.50 | 21.0 | 11.76 | 26.0 | 9.605 | 31.0 | 7.880 | 36.0 | 6.499 |
| 16.1 | 14.44 | 21.1 | 11.72 | 26.1 | 9.566 | 31.1 | 7.849 | 36.1 | 6.475 |
| 16.2 | 14.38 | 21.2 | 11.67 | 26.2 | 9.528 | 31.2 | 7.818 | 36.2 | 6.450 |
| 16.3 | 14.32 | 21.3 | 11.62 | 26.3 | 9.490 | 31.3 | 7.788 | 36.3 | 6.426 |
| 16.4 | 14.26 | 21.4 | 11.57 | 26.4 | 9.452 | 31.4 | 7.758 | 36.4 | 6.402 |
| 16.5 | 14.20 | 21.5 | 11.53 | 26.5 | 9.414 | 31.5 | 7.728 | 36.5 | 6.377 |
| 16.6 | 14.14 | 21.6 | 11.48 | 26.6 | 9.377 | 31.6 | 7.698 | 36.6 | 6.353 |
| 16.7 | 14.08 | 21.7 | 11.43 | 26.7 | 9.339 | 31.7 | 7.668 | 36.7 | 6.329 |
| 16.8 | 14.02 | 21.8 | 11.38 | 26.8 | 9.302 | 31.8 | 7.638 | 36.8 | 6.305 |
| 16.9 | 13.96 | 21.9 | 11.34 | 26.9 | 9.265 | 31.9 | 7.608 | 36.9 | 6.281 |
| 17.0 | 13.90 | 22.0 | 11.29 | 27.0 | 9.228 | 32.0 | 7.579 | 37.0 | 6.258 |
| 17.1 | 13.84 | 22.1 | 11.25 | 27.1 | 9.191 | 32.1 | 7.550 | 37.1 | 6.234 |
| 17.2 | 13.78 | 22.2 | 11.20 | 27.2 | 9.154 | 32.2 | 7.520 | 37.2 | 6.211 |
| 17.3 | 13.73 | 22.3 | 11.15 | 27.3 | 9.118 | 32.3 | 7.491 | 37.3 | 6.187 |
| 17.4 | 13.67 | 22.4 | 11.11 | 27.4 | 9.082 | 32.4 | 7.462 | 37.4 | 6.164 |
| 17.5 | 13.61 | 22.5 | 11.06 | 27.5 | 9.045 | 32.5 | 7.434 | 37.5 | 6.141 |
| 17.6 | 13.55 | 22.6 | 11.02 | 27.6 | 9.009 | 32.6 | 7.405 | 37.6 | 6.117 |
| 17.7 | 13.50 | 22.7 | 10.97 | 27.7 | 8.974 | 32.7 | 7.376 | 37.7 | 6.094 |
| 17.8 | 13.44 | 22.8 | 10.93 | 27.8 | 8.938 | 32.8 | 7.348 | 37.8 | 6.072 |
| 17.9 | 13.38 | 22.9 | 10.88 | 27.9 | 8.903 | 32.9 | 7.319 | 37.9 | 6.049 |
| 18.0 | 13.33 | 23.0 | 10.84 | 28.0 | 8.867 | 33.0 | 7.291 | 38.0 | 6.026 |
| 18.1 | 13.27 | 23.1 | 10.80 | 28.1 | 8.832 | 33.1 | 7.263 | 38.1 | 6.004 |
| 18.2 | 13.22 | 23.2 | 10.75 | 28.2 | 8.797 | 33.2 | 7.235 | 38.2 | 5.981 |
| 18.3 | 13.16 | 23.3 | 10.71 | 28.3 | 8.762 | 33.3 | 7.207 | 38.3 | 5.959 |
| 18.4 | 13.11 | 23.4 | 10.67 | 28.4 | 8.728 | 33.4 | 7.180 | 38.4 | 5.937 |
| 18.5 | 13.05 | 23.5 | 10.62 | 28.5 | 8.693 | 33.5 | 7.152 | 38.5 | 5.914 |
| 18.6 | 13.00 | 23.6 | 10.58 | 28.6 | 8.659 | 33.6 | 7.124 | 38.6 | 5.892 |
| 18.7 | 12.94 | 23.7 | 10.54 | 28.7 | 8.625 | 33.7 | 7.097 | 38.7 | 5.870 |
| 18.8 | 12.89 | 23.8 | 10.49 | 28.8 | 8.591 | 33.8 | 7.070 | 38.8 | 5.849 |
| 18.9 | 12.83 | 23.9 | 10.45 | 28.9 | 8.557 | 33.9 | 7.043 | 38.9 | 5.827 |
| 19.0 | 12.78 | 24.0 | 10.41 | 29.0 | 8.523 | 34.0 | 7.016 | 39.0 | 5.805 |
| 19.1 | 12.73 | 24.1 | 10.37 | 29.1 | 8.489 | 34.1 | 6.989 | 39.1 | 5.783 |
| 19.2 | 12.68 | 24.2 | 10.33 | 29.2 | 8.456 | 34.2 | 6.962 | 39.2 | 5.762 |
| 19.3 | 12.62 | 24.3 | 10.28 | 29.3 | 8.423 | 34.3 | 6.935 | 39.3 | 5.740 |
| 19.4 | 12.57 | 24.4 | 10.24 | 29.4 | 8.390 | 34.4 | 6.909 | 39.4 | 5.719 |
| 19.5 | 12.52 | 24.5 | 10.20 | 29.5 | 8.357 | 34.5 | 6.882 | 39.5 | 5.698 |
| 19.6 | 12.47 | 24.6 | 10.16 | 29.6 | 8.324 | 34.6 | 6.856 | 39.6 | 5.676 |
| 19.7 | 12.41 | 24.7 | 10.12 | 29.7 | 8.291 | 34.7 | 6.830 | 39.7 | 5.655 |
| 19.8 | 12.36 | 24.8 | 10.08 | 29.8 | 8.259 | 34.8 | 6.804 | 39.8 | 5.634 |
| 19.9 | 12.31 | 24.9 | 10.04 | 29.9 | 8.226 | 34.9 | 6.778 | 39.9 | 5.613 |
| | | | | | | | | 40.0 | 5.592 |

# A-2. ドームの透過率と放射量の関係

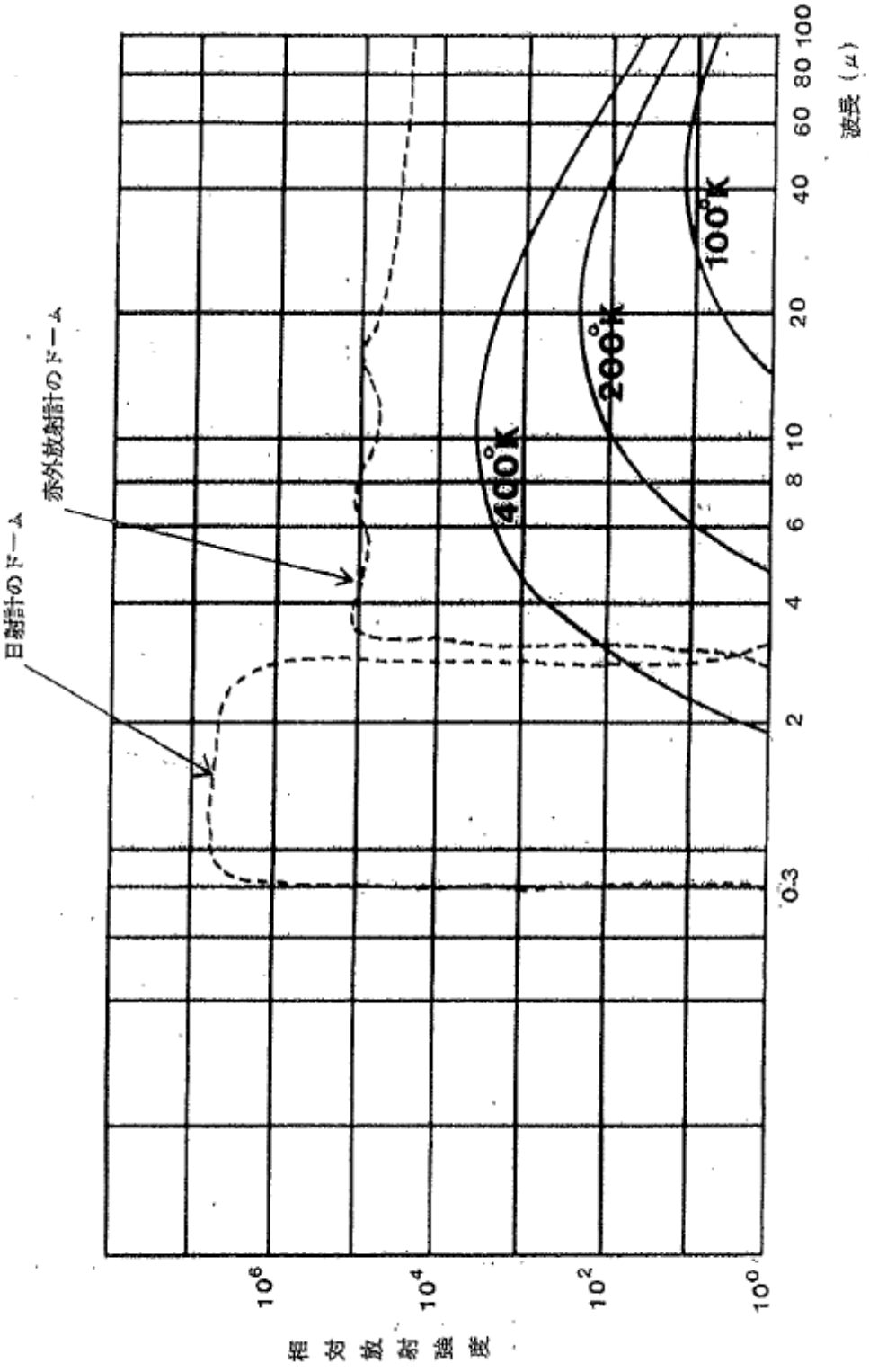


図 2 ドームの透過率と放射量の関係

http://www.eko.co.jp/